

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО СВЕТОФИЛЬТРА НА ОСНОВЕ ТРЁХ ИНТЕРФЕРОМЕТРОВ ФАБРИ-ПЕРО

Корнеев С.Г. (Университет ИТМО), Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук, директор ЦПО Бахолдин А.В. (Университет ИТМО)

**Введение.** Спектральные фильтры на основе явления интерференции находят применение в широком круге различных задач. Одним из таких приборов является интерферометр Фабри-Перо (ИФП). Особенность данного интерферометра заключается в том, что с помощью него возможно выделить требуемую длину волны с высокой спектральной разрешающей способностью. Это необходимо для научных исследований, например, при изучении спектрального состава Солнца. Данная работа посвящена разработке модели работы перестраиваемого светофильтра, на основе трёх интерферометров Фабри-Перо, для нужд Крупного Солнечного Телескопа-коронографа [1]. Для разработки перестраиваемого светофильтра, были поставлены следующие задачи:

1. Разработать модель работы узкополосного фильтра, состоящего из системы трёх настраиваемых интерферометров Фабри-Перо, со спектральной разрешающей способностью системы не менее 180000 для целевой длины волн;
2. Исследовать зависимость расстояний между зеркалами ИФП от целевой длины волны;
3. Разработать и исследовать модели узкополосных фильтров для трёх целевых длин волн 393,4 нм, 656,3 нм, 1082,7 нм;
4. Найти такие промежутки между зеркалами ИФП, при которых будет достигнут максимальный диапазон гашения побочных пиков вокруг целевой длины волны. Допустимая остаточная величина пропускания побочных пиков в диапазоне гашения не должна превышать 2% от пропускания на целевой длине волны.

В ходе работы был разработан алгоритм автоматического подбора оптимальных расстояний между зеркалами каждого из трёх интерферометров Фабри-Перо и с помощью него найдены такие три набора расстояний между зеркалами для целевых длин волн 393,4 нм, 656,3 нм и 1082,7 нм, при которых выделяется максимум со спектральной разрешающей способностью 180000 и происходит гашение максимального большого количества ближайших побочных максимумов. Также проведено исследование зависимости расстояний между зеркалами от выделяемой длины волны.

**Основная часть.** Модель работы одиночного интерферометра Фабри-Перо описывается тремя уравнениями [2, 3]:

1. Уравнение спектральной разрешающей способности, зависящее от целевой длины волны, коэффициента отражения зеркала и расстояния между зеркалами ИФП.
2. Уравнение разности хода между лучами различных порядков интерференции, зависящее от расстояния между зеркалами ИФП.
3. Уравнение относительной интенсивности излучения в картине многолучевой интерференции, зависящее от коэффициентов отражения и пропускания зеркал ИФП, расстояния между зеркалами ИФП и длины волны  $\lambda$ .

С помощью уравнений определяется дискретный набор расстояний между зеркалами при выделении длины волны  $\lambda$ . Для получения спектрального распределения интенсивности на выходе системы трёх интерферометров необходимо перемножить уравнения относительных распределений интенсивности каждого интерферометра.

Для определения оптимальных расстояний между зеркалами интерферометров, был разработан алгоритм автоматического подбора. Алгоритм перебирает дискретные наборы расстояний с целью получения максимального спектрального диапазона гашения вблизи целевой длины волны со спектральной разрешающей способностью равной 180000. В диапазоне гашения допускаются побочные максимумы, не превышающие 2% от величины максимума на целевой длине волны.

В качестве зеркальных покрытий выбрано серебро и в работе использовались его коэффициенты отражения и пропускания. В модели учитывается спектральный характер изменения коэффициентов. При необходимости, возможна смена материала зеркальных покрытий в модели, например, на алюминий. Это особенно важно при работе на спектральном диапазоне, на котором серебро имеет неудовлетворительные коэффициенты отражения и пропускания.

**Выводы.** В результате была создана модель работы перестраиваемого светофильтра, основанного на системе трёх интерферометров Фабри-Перо и разработан алгоритм автоматического подбора расстояний между зеркалами каждого интерферометра. Найдены такие наборы расстояний между зеркалами интерферометров, при которых достигнут диапазон гашения ближайших побочных максимумов равным 4 нм для целевой длины волны 393,4 нм, диапазон гашения 8 нм для целевой длины волны 656,3 нм и диапазон гашения 12 нм для целевой длины волны 1082,7 нм при условии, что спектральная разрешающая способностью не ниже 180000. Исследовано и определено, что зависимость расстояний между зеркалами интерферометров от выделяемой длины волны близка к линейной.

#### **Список использованных источников:**

1. Григорьев В.М., Демидов М.Л., Колобов Д.Ю., Пуляев В.А., Скоморовский В.И., Чупраков С.А., команда AMOS. Проект Крупного солнечного телескопа с диаметром зеркала 3 м. Солнечно-земная физика. 2020. Т. 6, № 2. С. 19–36. DOI: 10.12737/szf-62202002.
2. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. Москва, Наука. 1970. 721 с.
3. Скоков И.В. «Оптические спектральные приборы», Машиностроение, 1984 г.